

ETHYLENE TRIMERIZATION CATALYST AND METHOD FOR TRIMERIZING ETHYLENE USING THE SAME

Publication number: JP2002102710

Publication date: 2002-04-09

Inventor: YOSHIDA OSAMU; OKADA HISANORI; YAMAMOTO TOSHIHIDE; MURAKITA YOSHIYUKI

Applicant: TOSOH CORP

Classification:

- international: *B01J31/22; C07B61/00; C07C2/32; C07C11/107; C07B61/00; B01J31/16; C07B61/00; C07C2/00; C07C11/00; C07B61/00; (IPC1-7): C07B61/00; B01J31/22; C07C2/32; C07C11/107*

- European:

Application number: JP20000302871 20000929

Priority number(s): JP20000302871 20000929

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2002102710

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently produce 1-hexene from ethylene with high selectivity.

SOLUTION: A catalyst used in the production is obtained by bringing a chromium complex with a coordinated neutral multidentate ligand having a tripod structure represented by the formula $ACrBn$ (1) (where (n) is an integer of 1-3; A is the neutral multidentate ligand having a tripod structure; Cr is a chromium atom; and B is one or more selected from the group consisting of H, halogen and a linear or branched alkyl) and an alkyl metallic compound into contact with each other under $\geq 10 \text{ kg/cm}^2$ partial pressure of ethylene.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号
 特開2002-102710
 (P2002-102710A)
 (43)公開日 平成14年4月9日 (2002.4.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許出願公開番号 ナ-コ-1 ⁷ (参考)
B 0 1 J 31/22		B 0 1 J 31/22	Z 4 G 0 6 9
C 0 7 C 2/32		C 0 7 C 2/32	4 H 0 0 6
11/107		11/107	4 H 0 3 9
// C 0 7 B 61/00	3 0 0	C 0 7 B 61/00	3 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号	特願2000-302871(P2000-302871)	(71)出願人	000003300 東ソー株式会社 山口県新南陽市開成町4500番地
(22)出願日	平成12年9月29日 (2000.9.29)	(72)発明者	吉田 純 三重県桑名市新西方5-304

(72)発明者 吉田 純
三重県桑名市新西方5-304
 (72)発明者 冈田 久則
三重県四日市市垂坂町386-1
 (72)発明者 山本 敏秀
三重県四日市市別名3丁目6-1
 (72)発明者 村北 栄之
三重県四日市市別名3丁目4-1

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エチレンの三量化触媒及びこの触媒を用いたエチレンの三量化方法

(57)【要約】

【課題】 エチレンから効率よく、かつ高選択性に1-ヘキセンを製造する。

【解決手段】 $A C r B_n$

(1)

(式中、nは1~3の整数である。Aは三脚型構造を有する中性の多座配位子であり、Crはクロム原子、Bは水素原子、ハロゲン原子、及び直鎖もしくは分岐状のアルキル基からなる群より選ばれる1種以上を表す。)で示される三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体とアルキル金属化合物を、エチレン分圧が10 k g / c m³以上の加圧下において接触させることにより得られる触媒を用いる。

【特許請求の範囲】

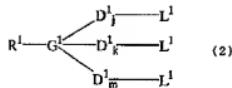
【請求項1】エチレン分圧が $10\text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上の加压下において、下記一般式(1)

$$\text{ACrB}_n \quad (1)$$

(式中、nは1～3の整数である。Aは三脚型構造を有する中性の多座配位子であり、Crはクロム原子、Bは水素原子、ハロゲン原子、及び直鎖もしくは分岐状のアルキル基からなる群より選ばれる1種以上を表す。)で示される三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体とアルキル金属化合物を接触させることにより得られるエチレンの三量化触媒。

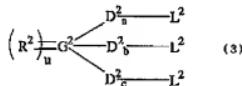
【請求項2】三脚型構造を有する中性の多座配位子が、下記一般式(2)

【化1】



(式中、j, k, mはそれぞれ独立して0～6の整数である。D1はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2価の炭化水素基、L1はそれぞれ独立して周期表I族、15族、16族または17族元素を含む置換基を表す。また、G1は炭素またはケイ素、R1は水素原子、炭素数1～10のアルキル基または炭素数6～10のアリール基を表す。)または下記一般式(3)

【化2】



(式中、a, b, cはそれぞれ独立して0～6の整数であり、uは0または1の整数である。D2はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2価の炭化水素基、L2はそれぞれ独立して周期表I族、15族、16族または17族元素を含む置換基を表す。また、G2は窒素原子またはリン原子、R2は酸素原子またはイオウ原子を表す。)で示される三座配位子であることを特徴とする請求項1に記載のエチレンの三量化触媒。

【請求項3】三脚型構造を有する中性の多座配位子がfacialに配位したクロム錯体を用いることを特徴とする請求項1または2に記載のエチレンの三量化触媒。

【請求項4】アルキル金属化合物が、下記一般式(4)

$$\text{R}_p\text{MX}_q \quad (4)$$

(式中、pは0 < p ≤ 3であり、qは0 ≤ q < 3であって、しかもp+qは1～3である。Mはリチウム、マグネシウム、亜鉛、ボロンまたはアルミニウムを表し、Rは炭素数1～10のアルキル基からなる群より選ばれる1種以上を表し、Xは水素原子、アルコキシ基、アリ

ル基及びハロゲン原子からなる群より選ばれる1種以上を表す。)で示される化合物であることを特徴とする請求項1～3に記載のエチレンの三量化触媒。

【請求項5】請求項1～4のいずれかに記載のエチレンの三量化触媒の存在下で、エチレンを三量化することを特徴とするエチレンの三量化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エチレンの三量化触媒及びこの触媒を用いたエチレンの三量化方法に関する。さらに詳しくは、線状低密度ポリエチレン(LLDPE)の原料コモノマーとして有用な1-ヘキセンをエチレンから効率よく、かつ高選択性で製造するエチレンの三量化触媒、及びその触媒を用いたエチレンの三量化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】エチレンを三量化して1-ヘキセンを得る方法において、クロム化合物を触媒として用いることは公知である。例えば、特開昭62-265237号公報にはクロム化合物、ポリヒドロカルビアルミニウムオキシド及びドーナー配位子からなる触媒系が開示されている。特開平6-239920号公報には、クロム化合物、ビロール含有化合物、金属アルキル化合物及びハライドからなる触媒系が、また特開平8-59732号公報には、クロム化合物、金属アルキル化合物及び酸アミドまたはイミド化合物からなる触媒系が開示されている。

【0003】また、特開平6-298673号公報には、クロミウム塩の多座配位子であるホスフィン、アルシン及び/またはスチビンとの配位錯体とアルミノキサンからなる触媒が開示されている。さらに、特開平10-7712号公報には、特定の窒素配位子が配位したクロムの塩素錯体やアルキル錯体とアルミニウム化合物からなる触媒が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開昭62-265237号公報に記載の方法では、1-ヘキセンと同時にポリエチレンが多く副生する欠点がある。特開平6-239920号公報に記載の方法は、ポリエチレンの副生が少なく、この点ではかなり改善しているが、触媒の構成成分であるビロール含有化合物は、空気に対しても不安定な物質であるため着色して劣化しやすいため取り扱いが難しく、更に反応終了後には着色成分を除去するための処理または新たな装置を必要とする等、工業的な触媒としては十分なものではなかった。特開平8-59732号公報に記載の方法では、触媒の構成成分である酸アミドまたはイミド化合物の化合物群の中で

活性を得るには、ある特定のイミド化合物（マレイミド）を用いる必要がある。マレイミドは溶解性が低いため触媒調製が煩雑であり、マレイミドは入手が難しいばかりか高価であり、経済性の面においても問題がある。特開平6-298673号公報に記載の方法では、実施例の再現性に問題がある。特開平10-7712号公報に記載の方法は、触媒活性が低いという問題がある。特開平10-231317号公報に記載の方法は、ポリエチレンの生成が多く、オリゴマー中の1-ヘキセン選択性も低いという欠点がある。

【0005】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的はL.L.D.P.Eの原料コモノマーとして有用な1-ヘキセンをエチレンから効率よく、かつ高選択性に製造し、しかも取り扱いの容易なエチレンの三量化触媒、及びこの触媒を用いたエチレンの三量化方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の課題を解決するため親密検討を行った結果、エチレン分圧が10kPa/cm²以上の加圧下において、特定の多座配位子が配位したクロム錯体とアルキル金属化合物との接触によって得られる三量化触媒は、安定で取り扱いが容易であり、しかもこれを用いると高い活性でエチレンの三量化反応が進行し、高選択性に1-ヘキセンが生成することを見い出し、本発明を完成するに至った。

【0007】即ち本発明は、エチレン加圧下において、三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体とアルキル金属化合物との接触によって得られるエチレンの三量化触媒及びそれを用いたエチレンの三量化方法に関する。

【0008】

【発明の実施の形態】次に、本発明についてさらに詳しく説明する。

【0009】本発明においては、エチレンの三量化触媒を構成する一成分として、下記一般式（1）

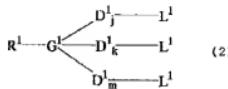


(式中、nは1~3の整数である。Aは三脚型構造を有する中性の多座配位子であり、Crはクロム原子、Bは水素原子、ハロゲン原子、及び直鎖もしくは分岐状のアルキル基からなる群より選択される1種以上を表す。)で示される三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体が用いられる。

【0010】ここで、クロム錯体に配位させる三脚型構造を有する中性の多座配位子として用いられるものは特に限定されないが、例えば、下記一般式（2）

【0011】

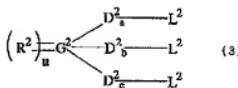
【化3】



【0012】(式中、j、k、mはそれぞれ独立して0~6の整数である。D¹はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2種の炭化水素基、L¹はそれぞれ独立して周期表14族、15族、16族または17族元素を含むする置換基を表す。また、G¹は炭素またはケイ素、R¹は水素原子、炭素数1~10のアルキル基または炭素数6~10のアリール基を表す。)または下記一般式（3）

【0013】

【化4】



【0014】(式中、a、b、cはそれぞれ独立して0~6の整数であり、uは0または1の整数である。D²はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2種の炭化水素基、L²はそれぞれ独立して周期表14族、15族、16族または17族元素を含むする置換基を表す。また、G²は窒素原子またはリン原子、R²は酸素原子またはイオウ原子を表す。)で示される三座配位子が好適なものとして挙げられる。

【0015】上記一般式（2）及び（3）において、D¹及びD²としては特に限定されるものではないが、例えば、アルキレン基、シクロアルキレン基、フェニレン基、トリレン基、キシリレン基等が挙げられる。また、その置換基としては、例えば、メチル基、エチル基等のアルキル基類、メトキシ基、エトキシ基等のアルコキシ基類等が挙げられる。

【0016】一般式（2）及び（3）において、L¹及びL²で示される周期表14族、15族、16族または17族元素を含むする置換基は特に規定されるものではないが、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブキシ基等のアルコキシ基類、フェノキシ基、

2、6-ジメチルフェノキシ基等のアリールオキシ基類、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ブチルチオ基等のアルキルチオ基類、フェニルチオ基、トリルチオ基等のアリールチオ基類、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ビス（トリメチルシリル）アミノ基等のジアルキルアミノ基類、ジフェニルアミノ基等のジアリールアミノ基類、メチルフェニル基等のアルキルアリールアミノ基類、ジメチルホスフィノ基、ジエチルホスフィノ基等のジアルキルホスフィノ基類、ジフェニルホスフィノ基、ジトリルホスフィノ基等のジアリールホ

スフィノ基類、メチルフェニルホスフィノ基等のアルキルアリールホスフィノ基類があげられる。

【0017】また、フル基、ベンゾフル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ビラギリ基、トリアギリ基、テトラギリ基、ヒリジル基、イミダギリ基、ベンゾイミダギリ基、イングアリ基、キノリ基、イソキノリ基、オキサリ基、チアゾール基等の周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する複素環類が挙げられる。これらの複素環類の環上の置換基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、オクチル基、フェニル基等が挙げられる。

【0018】一般式(2)におけるR¹は特に限定されるものではないが、例えば、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ベンジル基、ヒドロキシメチル基、シアノエチル基、アリル基、トリフルオロエチル基等の炭素数1～10のアルキル基類、またはフェニル基、p-メチルフェニル基、p-クロロフェニル基等の炭素数6～10のアリール基類が挙げられる。

〔0019〕上記一般式(2)及び(3)で示される三脚型構造を有する中性の三座配位子は特に限定されるものではないが、例えば、周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する置換基を持つ多座配位子としては、トリス(メトキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(メトキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(メトキシメチル)プロパン、1, 1, 1-トリス(メトキシメチル)ブタン、1, 1, 1-トリス(エトキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(プロポキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ブロキシメチル)エタン等の含イオウ三座配位子類、1, 1, 1-トリス(フェノキシメチル)エタン等の含酸素三座配位子類、1, 1, 1-トリス(メチルオキメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ブチルオキメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(フェニルオキメチル)エタン等の含イオウ三座配位子類、1, 1, 1-トリス(ジメチルアミノメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ジフェニルアミノメチル)エタン等の含アミン三座配位子類、1, 1, 1-トリス(ジフェニルホスフィノメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ジメチルホスフィノメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ジエチルホスフィノメチル)エタン等の含リン三座配位子類が挙げられる。

【0020】さらに、周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する複素環基を持つ多座配位子としては、トリフルメタン、トリス(5-メチル-2-ブチリル)メタン、トリス(5-エチル-2-ブチリル)メタン、トリス(5-ブチル-2-ブチリル)メタン、1,1,1-トリフルエタン、トリフルアミン、トリフルオロスズシン、トリフルオロヒスフィンキシド等の含酸素三座配位子類、トリス(チエニル)メタン等の含ウラツ三座配位子類、トリス(ビラゾリル)メタン、トリ

ス (3, 5-ジメチル-1-ピラゾリル) メタン、トリス (3, 5-ジイソプロピル-1-ピラゾリル) メタン、トリス (3, 5-ジフェニル-1-ピラゾリル) メタン、1, 1, 1-トリス (3, 5-ジメチル-1-ピラゾリル) エタン、1, 1, 1-トリス (3, 5-ジメチル-1-ピラゾリル) プロパン、1, 1, 1-トリス (3, 5-ジメチル-1-ピラゾリル) ブタン、トリス (2-ビリジル) メタン、トリス (6-メチル-2-ビリジル) メタン、トリス (2-ビリジル) アミン、トリス (2-ビリジル) ホスフィン、トリス (2-ビリジル) ホスフィンオキシド、トリス (2-ビリジル) ヒドロキシメタン、トリス (1-イミダゾリル) メタン等の環状三元配位子類が挙げられる。

【0021】本発明において、上記一般式(1)のBで用いられるハロゲン原子は特に限定されるものではないが、例えれば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子またはヨウ素原子等が挙げられる。また、直鎖もしくは分岐状のアルキル基としては特に限定されるものではないが、例えれば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、シクロヘキシル基、ベンジル基またはフェニル基等が挙げられる。

リル) メタンクロムトリクロライド (III)、トリス (2-ビリジル) メタンクロムトリクロライド (II)、トリス (6-メチル-2-ビリジル) メタンクロムトリクロライド (III)、トリス (2-ビリジル) アミンクロムトリクロライド (III)、トリス (1-イミダゾリル) メタンクロムトリクロライド (II) I)、1, 1, 1-トリス (ジメチルホスフィノメチル) エタンクロムトリクロライド (III)、1, 1, 1-トリス (ジフェニルホスフィノメチル) エタンクロムトリクロライド (III)、1, 1, 1-トリス (ジエチルホスフィノメチル) エタンクロムトリクロライド (III) 等が挙げられる。

【0023】これらのうち触媒活性の面から、一般式 (1) で示される三脚型構造を有する中の多座配位子としては、複素環基を持つ含銅素三座配位子類が好ましく用いられ、より好ましくはトリス (3, 5-ジメチル-1-ピラゾリル) メタンが用いられる。また、B としてはハロゲン原子が好ましく用いられる。さらに好ましい三脚型構造を有する中の多座配位子類が挙げたクロム錯体としては、トリス (3, 5-ジメチル-1-ピラゾリル) メタンクロムトリクロライド (III) 等が用いられる。

【0024】本発明において、上記の三脚型構造を有する中の多座配位子が配位したクロム錯体の合成法は特に限定されるものではないが、例えば、多座配位子とクロム化合物とから公知の錯体形成法 [例えば、Inorg. Chem., 25, 1080 (1986)] により容易に合成することができる。この場合、使用できるクロム化合物としては特に限定されるものではないが、例えば、堿化クロム (III)、塩化クロム (I)、臭化クロム (III)、臭化クロム (I)、ヨウ化クロム (III)、ヨウ化クロム (I)、フッ化クロム (III)、フッ化クロム (I)、トリス (テトラヒドロフラン) クロムトリクロライド (III)、トリス (1, 4-ジオキサン) クロムトリクロライド (II) I)、トリス (ジエチルエーテル) クロムトリクロライド (III)、トリス (ビリジン) クロムトリクロライド (III)、トリス (アセトニトリル) クロムトリクロライド (III) 等が挙げられる。

【0025】前記の多座配位子ヒクロム化合物を反応させ、クロム錯体を形成させる際のクロム金属の濃度は特に制限されない。また、ここで用いられる溶媒としては特に限定されるものではないが、有機溶媒が好ましく用いられる。例えば、ベンゼン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカン、シクロオキサン、デカリン等の脂肪族炭化水素類、ベンゼン、トルエン、キシリレン、クメン、トリメチルベンゼン等の芳香族炭化水素類、ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン等のエーテル類、塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素等のハロゲン化炭化水素類が挙げられる。また、上記溶媒はそれぞれ

単独で使用し得るのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。

【0026】また、錯体形成反応は、-80°C から使用する反応溶媒の沸点までの任意の温度で行われ、好ましくは 20~200°C である。反応溶媒の沸点以上の温度で錯体形成反応を行う場合には、加圧下で行うこともできる。反応時間は特に制限されず、通常 1 分~48 時間、好ましくは 5 分~24 時間である。なお、反応時のすべての操作は、空気と水分を遮けて行なうことが望ましい。また、原料及び溶媒は十分に乾燥しておくことがほしい。

【0027】さらに別途合成法として、上記の方法により合成した三脚型構造を有する中の多座配位子が配位したクロムハログン錯体を原料に、アルキル金属化合物や金属性ヒドリド化合物を溶媒中に反応させて、本発明の三脚型構造を有する中の多座配位子が配位したクロム錯体を合成してもよい。

【0028】多座配位子が配位したクロム錯体は、通常固体として沈殿するので、ろ別により反応溶媒から分離できる。さらに、必要に応じて、上記溶媒を用いて洗浄を行い、次いで乾燥してエチレンの三量化触媒の構成成分の一つであるクロム錯体が合成される。なお、沈殿しない場合は、溶媒留去、貪溶液の添加あるいは冷却処理等により沈殿させることができる。

【0029】本発明においては、三脚型構造を有する中の多座配位子が配位したクロム錯体のうち、その多座配位子が facial に配位したクロム錯体を用いることが好ましい。多座配位子が facial に配位したクロム錯体を用いることになり、ポリエチレンの副生が抑えられる等の効果が認められる。ここで、多座配位子が facial に配位した錯体とは、多座配位子により 3 つの配位座が占有された 6 配位八面体型錯体の異性体の一つである〔化学退屈 有機金属化学-基礎と応用-、143 頁 (農業邦)〕。即ち、多座配位子により 3 つの配位座が占有された 6 配位八面体型錯体において、多座配位子が 3 つの配位座が facial にシス位になるような配置で配位していることを意味する。

【0030】本発明において使用されるアルキル金属化合物は特に限定されるものではないが、例えば、下記一般式 (4)

$$R_p M X_q \quad (4)$$

(式中、p は 0 < p ≤ 3 であり、q は 0 ≤ q ≤ 3 であって、しかも p + q は 1~3 である。M はリチウム、マグネシウム、亜鉛、ボロニアまたはアルミニウムを表し、R は炭素数 1~10 のアルキル基からなる群より選ばれる 1 種以上を表し、X は炭素原子、アルコキシド基、アリール基及びハロゲン原子からなる群より選ばれる 1 種以上を表す。) で示される化合物が好適なものとして挙げられる。上記一般式 (4) において、炭素数 1~10 のアルキル基は特に限定されるものではないが、例えば、

メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、シクロヘキシル基またはオクチル基等が挙げられる。アルキヨキシド基としては特に限定されるものではないが、例えば、メトキシド基、エトキシド基、ブトキシド基またはフェノキシド基等が挙げられる。アリール基としては特に限定されるものではないが、例えば、フェニル基等が挙げられる。ハロゲン原子としては特に限定されるものではないが、例えば、フッ素、塩素、臭素またはヨウ素が挙げられる。

【0031】なお、上記一般式(4)において、MがA₁で、pとqがそれぞれ1、5のとき、A₁R_{1,6}X_{1,5}となる。このような化合物は、理論的には存在しないが、通常、慣用的にA₁R₂X₃のセスキ体として表現されており、これらの化合物も本発明に含まれる。

【0032】上記一般式(4)で示されるアルキル金属化合物としては、例えば、メチルリチウム、エチルリチウム、プロピルリチウム、n-ブチルリチウム、sec-ブチルリチウム、tert-ブチルリチウム、ジエチルマグネシウム、エチルブチルマグネシウム、エチルクロロマグネシウム、エチルプロモマグネシウム、ジメチル亜鉛、ジエチル亜鉛、ジブチル亜鉛、トリメチルボラン、トリエチルボラン、トリメチルアルミニウム、トリエチルアルミニウム、トリ-*n*-ブチルアルミニウム、トリイソブチルアルミニウム、トリ-*n*-ヘキシリアルミニウム、トリ-*n*-オクチルアルミニウム、トリシクロヘキシリアルミニウム、ジメチルエチルアルミニウム、ジエチルアルミニウムドリド、ジイソブチルアルミニウムヒドリド、ジエチルアルミニウムエトキシド、ジエチルアルミニウムフェノキシド、ジシクロヘキシリアルミニウム、エチルアルミニウムエトウムエキシクロリド、ジエチルアルミニウムクロリド、ジエチルアルミニウムプロミド、ジイソブチルアルミニウムクロリド、ジシクロヘキシリアルミニウムクロリド、メチルアルミニウムセスキクロリド、エチルアルミニウムセスキクロリド、ブチルアルミニウムセスキクロリド、エチルアルミニウムジクロリド、イソブチルアルミニウムジクロリド等が挙げられる。これらのうち入手の容易さ及び活性の面から、トリアルキルアルミニウム化合物が好ましく用いられ、さらに好ましくはトリエチルアルミニウム、トリ-*n*-ブチルアルミニウム、トリイソブチルアルミニウム、トリ-*n*-ヘキシリアルミニウムやトリ-*n*-オクチルアルミニウム等が用いられる。これらのアルキル金属化合物は単独で使用するのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。アルキル金属化合物の使用量は、クロム錯体1モルに対して0.1～10000当量であり、好ましくは3～3000当量、より好ましくは5～2000当量である。

【0033】本発明において、エチレンの加圧下に当該中性多座配位子が配位したクロム錯体とアルキル金属化合物を接触させることにより得られるエチレンの三量化

触媒を調整する際のエチレンの分圧は10 k g / c m²以上であり、好ましくは10～30 k g / c m²である。それにより、高い触媒活性を有するエチレンの三量化触媒が得られる。

【0034】本発明のエチレン加圧下において、三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体とアルキル金属化合物を接触させることにより得られるエチレンの三量化触媒は、前記のクロム錯体とアルキル金属化合物とエチレンを原料に、溶媒中に接触させることにより調製できる。接觸方法は特に制限されない。

【0035】この触媒を調製する際のクロム錯体の濃度は特に制限されないが、通常、溶媒1 lあたり0.001マイクロモル～100マイクロモル、好ましくは0.01マイクロモル～10マイクロモルの濃度で使用される。0.001マイクロモルよりも小さな触媒濃度では十分な活性が得られず、逆に100マイクロモルよりも大きい触媒濃度では触媒活性が増加せず経済的でない。また、ここで用いられる溶媒としては、例えば、ブタン、ベンゼン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、イソオクタン、ノナン、デカン、シクロヘキサン、シクロヘキサノン、メチルシクロヘキサン、シクロオクタン、デカリン等の脂肪族炭化水素類、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、クメン、トリメチルベンゼン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン等の芳香族炭化水素類及び塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素、ジクロロエタン等の塩化炭化水素類が挙げられる。また、反応生成物、即ち、1-ヘキセンを溶媒として用いることもできる。これららの溶媒は、それぞれ単独で使用し得るのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。ここで、エチレンの三量化反応時のクロム錯体濃度をコントロールする目的で、必要に応じて濃縮や希釈しても差し支えない。

【0036】また、エチレン加圧下において前記のクロム錯体とアルキル金属化合物を接触させる際の温度は100～250°C、好ましくは0～200°Cである。接觸時間は特に制限されず、1分～24時間、好ましくは2分～2時間である。なお、接觸時のすべての操作は、空気と水分を避け行なうことが望ましい。また、原料及び溶媒は十分に乾燥しておくことが好ましい。

【0037】本発明のエチレンの三量化反応は、エチレン加圧下において前記のクロム錯体とアルキル金属化合物を接觸させ、エチレンを加圧下のまま反応を行うことができる。接觸方法は特に制限されないが、例えば、エチレンの加圧下に、クロム錯体とアルキル金属化合物を接觸させて、接觸と同時に三量化反応を開始する方法、またはクロム錯体とアルキル金属化合物を前もって接觸させた後、エチレンで加圧させて三量化反応を行う方法が採られる。なお、これらの混合順序は特に制限されない。

【0038】本発明におけるエチレンの三量化反応

度は、-100～250°Cであるが、好ましくは0～200°Cである。反応圧力は、反応系がエチレン空気圧であれば特に制限されないが、通常、0.1～3000 kg/cm²である。反応時間は、通常、5秒～6時間である。また、エチレンは、前記の圧力を保つうえ連続的に供給してもよいし、反応開始時に前記圧力で封入して反応させてよい。原料ガスであるエチレンには、反応に不活性なガス、例えば窒素、アルゴン、ヘリウム等が含まれていても何ら差し支えない。なお、エチレン三重化反応のすべての操作は、空気と水分を避けて行うこと が望ましい。また、エチレンは十分に乾燥しておくことが好ましい。

【0039】本反応は、回分式、半回分式、連続式のいずれでも実施できる。エチレンの三重化反応終了後、反応液に、例えば、水、アルコール、水酸化ナトリウム水溶液等の失活剤を添加して反応を停止させることができる。失活した廃クロム触媒は公知の脱灰処理方法、例えば、水またはアルカリ水溶液による抽出等で除去できる。生成した1-ヘキセンは、公知の抽出法や蒸留法により反応液より分離される。また、副生するボリエチレンは、反応液出口で公知の遠心分離法や1-ヘキセンを蒸留分離する際の残渣として分離除去することができる。

【0040】

【実験例】以下に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、これらの実施例は本発明の概要を示すもので、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0041】IR測定：IRは、島津製作所製 赤外分光光度計(FTIR-8100)を用いて、ヌジョール法で測定した。

【0042】ガスクロマトグラフィーによる分析：反応液中に含まれる炭素数4～8の生成物の定量は、GLサイエンス製 TC-1のカラムを装着した島津製作所製 ガスクロマトグラフ(GC-14A)を用いて分析した。分析条件は、窒素キャリアを用い、インジェクション温度280°C、検出器温度280°Cに設定し、内部標準としてn-ヘプタンを用いた。分析は、このガスクロマトグラフに反応液を1.0μl注入した後、カラムの温度を40°Cから250°Cまで昇温することにより行った。

【0043】また、炭素数10以上の生成物は、上記ガスクロマトグラフと併用したGLサイエンス製 TC-1のカラムを装着した島津製作所製 ガスクロマトグラフ(GC-14A)を用いて分析した。分析条件は、窒素キャリアを用い、インジェクション温度300°C、検出器温度300°Cに設定し、内部標準としてn-ヘプタンを用いた。分析は、このガスクロマトグラフに反応液を1.5μl注入した後、カラムの温度を50°C

から300°Cまで昇温することにより行った。

【0044】気体中に含まれる生成物は、クロムバック 製 Al₂O₃/KC1のカラムを装着した島津製作所製 ガスクロマトグラフ(GC-9A)を用いて分析した。分析条件は、窒素キャリアを用い、インジェクショ ン温度200°C、検出器温度200°C及びカラム温度120°Cに設定し、絶対検量線法を用いた。分析は、このガスクロマトグラフに回収した気体を0.2mL注入することにより行った。

【0045】参考例1

内容積1000mlのシリコン管に、J. Amer. C hem. Soc., 92, 5118(1970)に記載の方法で合成した三脚型構造を有するトリス(3,5-ジメチル-1-ピラゾリル)メタン 1.26mg、トリス(3,5-ジメチル-1-ピラゾリル)メタン 1.43mg、テトラヒドロフラン20mLを加え、窒素雰囲気下で1.2時間搅拌した。生成した結晶をろ別し、トリス(3,5-ジメチル-1-ピラゾリル)メタ ンクロムトリクロライド(III)を得た(I R(メジ ヨール) : 1565cm⁻¹)。以下、この錯体を錯体Aと称する。

【0046】比較例1

温度計及び攪拌装置を備えた内容積1Lのステンレス製耐圧反応容器に、参考例1で合成した錯体Aを2.9m gと乾燥したトルエン250mLと350mmol/Lのトリ-*n*-オクタルアルミニウム/トルエン溶液6.5mLを窒素下、室温、絶対圧1kg/cm²で導入し、30分間、1000rpmで混合攪拌した。

【0047】反応容器を80°Cに加熱し、反応容器内のゲージ圧が4.0kg/cm²となるようにエチレンガスを吹き込み、以後、前記圧力を維持するように導入し続け、これらの反応条件を保った状態で30分反応を行なった。その後、反応容器中に水を窒素で圧入することにより触媒を失活させて反応を停止した。

【0048】反応容器を室温まで冷却し、次いで脱圧した。反応液及び回収した気体中に含まれる生成物をガスクロマトグラフィーにより分析した。結果を表1に示す。

【0049】比較例2

温度計及び攪拌装置を備えた内容積1Lのステンレス製耐圧反応容器に、参考例1で合成した錯体Aを2.9m gと乾燥したトルエン250mLと、350mmol/Lのトリ-*n*-オクタルアルミニウム/トルエン溶液6.5mLを窒素下、室温、絶対圧1kg/cm²で導入した。次に、直ぐさまエチレンを導入し、反応容器内のゲージ圧力を5.5kg/cm²にし、30分間、1000 rpmで混合攪拌した。反応容器を80°Cに加熱し、反応容器内のエチレン圧をゲージ圧で4.0kg/cm²に維持するように導入し続け、これらの反応条件を保った状態で30分反応を行なった。その後、反応容器中に水

を窒素で圧入することにより触媒を失活させて反応を停止した。

【0050】反応容器を室温まで冷却し、次いで脱圧した。反応液及び回収した気体中に含まれる生成物をガスクロマトグラフィーにより分析した。結果を表1に示す。

【0051】実施例1

温度計及び攪拌装置を備えた内容積1 lのステンレス製耐圧反応容器に、参考例1で合成した錯体Aを2.9m gと乾燥したトルエン250mlと350mmol^{1/1}のトリ- n -オクチアルミニウム/トルエン溶液6.5mlを窒素下、室温、絶対圧1 k g/cm²で導入した。次に、直ぐさまエチレンを導入し、反応容器内のゲージ圧力を10 k g/cm²にし、30分間、1000 rpmで混合搅拌した。反応容器を80°Cに加热し、反応容器内のエチレン圧をゲージ圧で40 k g/cm²に維持するよう導入し続け、これらの反応条件を保った状態で30分反応を行なった。その後、反応容器中に水を窒素で圧入することにより触媒を失活させて反応を停止した。

【0052】反応容器を室温まで冷却し、次いで脱圧した。反応液及び回収した気体中に含まれる生成物をガスクロマトグラフィーにより分析した。結果を表1に示す。

【0053】実施例2

温度計及び攪拌装置を備えた内容積1 lのステンレス製耐圧反応容器に、参考例1で合成した錯体Aを2.9m gと乾燥したトルエン250mlと350mmol^{1/1}のトリ- n -オクチアルミニウム/トルエン溶液6.5mlを窒素下、室温、絶対圧1 k g/cm²で導入した。次に、直ぐさまエチレンを導入し、反応容器内のゲージ圧力を30 k g/cm²にし、30分間、1000 rpmで混合搅拌した。反応容器を80°Cに加热し、反応容器内のエチレン圧をゲージ圧で40 k g/cm²に維持するよう導入し続け、これらの反応条件を保った状態で30分反応を行なった。その後、反応容器中に水を窒素で圧入することにより触媒を失活させて反応を停止した。

【0054】反応容器を室温まで冷却し、次いで脱圧した。反応液及び回収した気体中に含まれる生成物をガスクロマトグラフィーにより分析した。結果を表1に示す。

【0055】

【表1】

実験番号	1-ヘキサン活性		オリゴマー率(%)	α-ヘキサン(%)
	反応時の圧力(kg/cm ²)	[kg/(mol·Or/h)]		
比較例1	1(42)	9.6	~2.0	9.2
比較例2	6(43)	9.6	~2.0	9.7
実施例1	100(3)	15.8	~0.1	75.2
実施例2	300(3)	22.5	~0.1	23.1

(*)クロム錯体とアルキル金属化合物を併用した場合。

(**)反応条件:地盤A: 6.25 μ mol, (n-D8H17)DA: Al/Cuモル比=300, エチレン分圧: 40 k g/cm², 80°C, 30分, 搅拌速度(1000rpm).

(***)反応条件:地盤A: 6.25 μ mol, (n-D8H17)DA: Al/Cuモル比=300, エチレン分圧: 40 k g/cm², 80°C, 30分, 搅拌速度(1000rpm).

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、エチレン分圧が10 k g/cm²以上の加压下において、三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体とアルキル金属化合物を接触させることにより得られるエチレンの三量化触媒は、安定で取り扱いが容易であり、しかもこれを用いることエチレンから効率よく、かつ高選択性的に1-ヘキセンを製造することができる。

フロントページの続き

F ターム(参考) 4G069 AA06 AA08 AA09 AA11 BA27A
BA27B BA27C BC04A BC10A
BC16A BC16B BC35A BC58A
BC58B BC58C BD03A BD07A
BD08A BD11A BE02A BE05A
BE33A BE45A CB47 DM02
4H006 AA02 AC29 BA02 BA06 BA07
BA14 BA31 BA46
4H039 CA29 CL19